

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 64-019316

(43)Date of publication of application : 23.01.1989

(51)Int.Cl.

G02B 13/18

G02B 13/00

(21)Application number : 62-176778

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 14.07.1987

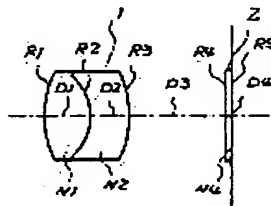
(72)Inventor : MATSUI HIROSHI
KOYAMA OSAMU

(54) CONDENSER LENS

(57)Abstract:

PURPOSE: To compensate a chromatic aberration and other aberrations in well balanced relation by forming at least either of 1st and 3rd surfaces aspherically and a 2nd surface spherically and satisfying specific conditions.

CONSTITUTION: A condenser lens is constituted by cementing two lenses in one body. Then when the 1st positive lens and the 2nd negative lens are arranged from the side of a farther conjugation point between a couple of conjugation points and there are the 1st surface and the 2nd and 3rd surfaces forming the cemented surface from said farther conjugation point side, at least either of the 1st and 3rd surfaces is aspherical and the 2nd surface is spherical. Further, the conditions of expressions I, II, and III are satisfied to compensate various aberrations including the chromatic aberration excellently. Here, the Abbe numbers of the 1st and 2nd lenses are v_d and v_n , the focal lengths of the 1st and 2nd lenses F_p and F_n , the refractive indexes of the 1st and 2nd lenses to in-use wavelength N_1 and N_2 , and the radius of curvature of the 2nd surface R_2 .



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭64-19316

⑬ Int.Cl.⁴

G 02 B 13/18
13/00

識別記号

庁内整理番号

8106-2H
8106-2H

⑬ 公開 昭和64年(1989)1月23日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑭ 発明の名称 集光レンズ

⑮ 特 願 昭62-176778

⑯ 出 願 昭62(1987)7月14日

⑰ 発 明 者 松 居 寛 神奈川県川崎市高津区下野毛770番地 キャノン株式会社
玉川事業所内
⑰ 発 明 者 小 山 理 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キャノン株式会社内
⑱ 出 願 人 キャノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
⑲ 代 理 人 弁理士 丸島 儀一

明 細 書

1. 発明の名称

集光レンズ

2. 特許請求の範囲

(1) レンズの一对の共役点の内、遠い方の共役点側に存する正の第1レンズと近い方の共役点側に存する負の第2レンズとから成る接合レンズであって、前記遠い方の共役点側から近い方の共役点側にかけて、順に第1面、第2面、第3面とし、前記第1レンズと第2レンズのアッベ数を夫々 ν_{dp} 、 ν_{dn} とする時、前記第1面と第3面の少なくとも一面を非球面、前記第2面を球面で形成し、

$$\nu_{dp} - \nu_{dn} > 10$$

なる条件を満たすことを特徴とする集光レンズ。

(2) 前記第1レンズの焦点距離を F_p 、前記第2レンズの焦点距離を F_n 、レンズ全体の焦点距離を F とする時、

$$-0.02 \leq \left(\frac{1}{F_p \nu_{dp}} + \frac{1}{F_n \nu_{dn}} \right) F \leq 0.02$$

なる条件を満たすことを特徴とする特許請求の

範囲第(1)項記載の集光レンズ。

(3) 前記第1レンズの使用波長に対する屈折率を N_1 、前記第2レンズの使用波長に対する屈折率を N_2 、前記第2面の曲率半径を R_2 とする時、

$$-0.43 \leq \left(\frac{N_2 - N_1}{R_2} \right) F \leq 0$$

なる条件を満たすことを特徴とする特許請求の範囲第(2)項記載の集光レンズ。

3. 発明の詳細な説明

〔技術分野〕

本発明は、光ディスク等に情報を記録したり、或いは光ディスク等から情報を再生する、光学的情報記録再生装置等に用いられる集光レンズに関する。

〔従来技術〕

光ディスク等に情報を記録したり、或いは光ディスク等から情報を再生する為に使用される集光レンズが従来から種々設計されてきた。

この種の集光レンズは、軸上のみならず、画角 2° 程度の範囲にわたって回折限界近くまで良好に

収差補正する必要があり、かつ、レンズ駆動上の制約から十分な作動距離を確保した上で、小型・軽量そしてコストが安いことが望まれる。

この様な目的で考案された集光レンズとして、近年、非球面単レンズが数多く知られている。

しかしながら、上記従来の単レンズの設計例では、単一波長についてのみ収差補正を行っていたため、例えば熱による光源の波長変動、異なる波長で情報の記録・再生・消去を行う場合、光源のパワー変換を行う場合に、そのモード切替に伴い波長変化を生ずるなどの際に、色収差に対し焦点位置が大きく変化するため、実用上問題が生じる。

上記色収差の問題を考慮して設計されたレンズとして、特開昭61-3110号公報に開示された対物レンズがある。

この対物レンズは、物体側の両凸レンズとその像側に貼り合せられた負レンズから成り、色収差を補正した小型軽量のレンズ系を提供している。

しかしながら、上記公開公報に開示された対物レンズは、貼り合せ面が非球面から成るもの

としてゐる。

又、本発明では、前記第1レンズと第2レンズの焦点距離を夫々 F_p 、 F_n 、レンズ全体の焦点距離を F とする時、

$$-0.02 \leq \left(\frac{1}{F_p \nu_{dp}} + \frac{1}{F_n \nu_{dn}} \right) F \leq 0.02$$

なる条件を満足させることにより、色収差の補正を容易に達成し得る。

更に、前記第1レンズと第2レンズの屈折率を、使用波長に対して夫々 N_1 、 N_2 、前記第2面、即ち接合面の曲率半径を R_2 とする時、

$$-0.43 \leq \left(\frac{N_2 - N_1}{R_2} \right) F \leq 0$$

なる条件を満足させることにより、色収差と他の収差とをバランス良く補正することを可能にする。

本発明の更なる特徴は後述する実施例から明らかになるであろう。

あり、精度良く2枚のレンズを貼り合わせることが困難である。従って、作製が面倒で高価格化を招く原因ともなる。

又、この対物レンズは、実際に使用する上で、十分に色収差の補正がなされているとは言えない。

〔発明の概要〕

本発明は、上記従来の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、作製が容易で、色収差を良好に補正することが可能な集光レンズを提供することにある。

上記目的を達成する為、本発明に係る集光レンズは、レンズの一对の共役点の内、遠い方の共役点側に存する正の第1レンズと近い方の共役点側に存する負の第2レンズとから成る接合レンズであって、前記遠い方の共役点側から近い方の共役点側にかけて、順に第1面、第2面、第3面とし、前記第1レンズと第2レンズのアツベ数を夫々 ν_{dp} 、 ν_{dn} とする時、前記第1面と第3面の少なくとも一面を非球面、前記第2面を球面で形成し、 $\nu_{dp} - \nu_{dn} > 10$ なる条件を満たすことを特徴

〔実施例〕

本発明による集光レンズは2枚のレンズを一体的に接合して構成されるものである。そして、一对の共役点のうち、遠い方の共役点側から正の第1のレンズ、負の第2のレンズとし、前記遠い方の共役点側から第1面、接合面を成す第2面、第3面としたとき第1面と第3面の少なくとも一面が非球面で、第2面は球面である。

又、先に示した、

$$(1) \quad \nu_{dp} - \nu_{dn} > 10$$

$$(2) \quad -0.02 \leq \left(\frac{1}{F_p \nu_{dp}} + \frac{1}{F_n \nu_{dn}} \right) F \leq 0.02$$

$$(3) \quad -0.43 \leq \left(\frac{N_2 - N_1}{R_2} \right) F \leq 0$$

なる条件を満足することにより、良好に色収差を含む諸収差の補正を達成するものである。ここで、前述の通り、 ν_{dp} 、 ν_{dn} は各々本発明の集光レンズを構成する正の第1レンズ及び負の第2レンズの d 線におけるアツベ数、 F_p 、 F_n は各々正の第1レンズ、負の第2レンズの焦点距離、 N_1 、 N_2

は各々正の第1レンズ、負の第2レンズの使用波長における屈折率、 R_2 は貼り合せ面の曲率半径、 F はレンズ全体の焦点距離を示す。

本発明によるレンズは光情報記録・再生用装置に好適に用いられ、主として軸上近傍の収差を良好に補正したものである。そして、半導体レーザー等の光源からの発散光を平行光束に変換するコリメータレンズ又はレンズ自身を移動させてフォーカシング及びトラッキング制御を行う対物レンズに適する。

光ディスク等で高密度情報記録・再生を行うためには、通常0.3~1.3mm厚のディスク又はカバーガラス相当の透明基板を通して、 $NA0.3\sim0.5$ 程度で、回折限界に近い光学性能を有する必要がある。

さらに、収差補正範囲として、原則的には光軸上の一点のみで良いが、實際上、加工・セッティング誤差、フォーカストラッキングサーボに伴うレンズ自身の動き、ディスク回転に伴う面振れ、偏心等の影響を考慮すると、0.1mm~0.3mmφ程

と表わせる。ここで、 ϕ_p 、 ϕ_n 、 ϕ は各々正レンズの屈折力、負レンズの屈折力、レンズ全体での屈折力である。

色収差を補正するためには、まず、この3次色収差係数の値を小さくすることが必要となる。この式の屈折力を焦点距離に書き換えたのが、条件式(2)であり、該条件式の数値範囲を越えると十分な色収差補正が困難となる。

条件式(3)は、接合面の屈折力の範囲を限定したもので、色収差補正上、接合面は負の屈折力を持つ様にすることが望ましい。しかしながら前記条件式(3)の下限値を越えて負の屈折力が強くなると、主に球面収差がオーバーになりすぎ、軸上性能が劣化する。

又、良好な色収差補正の目安としては、使用波長 $820\pm10\text{nm}$ 波長変動 $\Delta\lambda$ が20nm程度において、軸上色収差 $\Delta S k'$ が

$$|\Delta S k'| \leq 0.5 \times F \mu\text{m}$$

となることとした。

度の範囲で、収差補正が必要となる。

本発明では、前記必要性能をレンズの第1面と第3面の少なくとも1面を非球面とすることで低コストで実現している。又、貼り合せ面である第2面を非球面ではなく、球面とすることにより組立・調整上の精度を緩和し、ひいてはコスト低減を計っている。

一方、温度変化、モード切換に伴う光源の波長変動により発生する集光レンズの色収差は、一般に異なるアツペ数を有する複数のレンズの組み合わせで補正される。

本発明の集光レンズにおいて貼り合せた2枚レンズのアツペ数を限定したのが条件式(1)であり、 $\nu_{dp}-\nu_{dn}$ が前記条件式より小さくなると良好な色収差補正が行えない。

前記第1、第2レンズの間隙が小さく光束の入射高さがほぼ等しく1と近似すると、3次の軸上色収差係数は、

$$\left(\frac{\phi_p}{\nu_{dp}} + \frac{\phi_n}{\nu_{dn}} \right) \frac{1}{\phi}$$

一方、十分大きな開口数(NA)で、良好な収差補正を行うには、非球面の有効径最外縁での軸上近傍曲率半径で決定される球面と非球面との光軸方向の差 Δ が

$$(4) \quad 0.001 \times F \leq |\Delta| \leq 0.05 \times F$$

となることが望ましい。

Δ が前記条件式(4)の下限値より小さくなると収差補正に寄与する非球面の効果が小さくなりすぎ、逆に上限値より大きくなると補正過剰となり好ましくない。

以下に本発明に係る集光レンズの具体的実施例を示す。

表1は本発明の第1数値実施例を示しており、本集光レンズをコリメータレンズに適用する場合の設計例である。

表2と表3は本発明の第2及び第3数値実施例を示しており、本集光レンズを対物レンズに適用する場合の設計例である。

夫々の表において、 R_i ($i=1, 2, \dots$) は本集光レンズの遠い方の共役点から数えて第*i*番目の面の

曲率半径、 D_i ($i=1, 2, \dots$) は第 i 番目の面と第 $i+1$ 番目の面との軸上面間隔、 N_i , ν_{di} は夫々遠い方の共役点から数えて第 i 番目のレンズ又は光学部材の、使用中心波長 ($\lambda = 820 \text{ nm}$) に対する屈折率とアッベ数を示す。尚、曲率半径 R_i は、対象となる面が非球面の場合はベース曲面 (二次曲面) の曲率半径を示している。

又、非球面形状は、光軸方向を X 、それと直交する方向を H とした時、

$$X = \frac{H^2/R}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(H/R)^2}} + A_2 H^2 + A_4 H^4 + A_6 H^6 + \dots$$

で表わし、 K は円錐定数、 A_p は H の P 乗の非球面係数とする。

$\Delta \nu$ は、第 ν 非球面の光軸近傍曲率半径で定まる球面と非球面との有効区最外縁部での光軸方向の差である。

又、夫々の表には、前記条件式 (1) ~ (4) に係る数値を示しており、各レンズの焦点距離 F 、開口数 NA 、結像倍率 B の値も表中に記載している。

表 1

F = 1.0		NA = 0.35		B = 0	
R1 = 0.8739	D1 = 0.377	N1 = 1.57552	ν _{d1} = 59.4		
R2 = -0.4860	D2 = 0.294	N2 = 1.78331	ν _{d2} = 25.4		
R3 = -0.8855	D3 = 0.764				
R4 = ∞	D4 = 0.044	N4 = 1.50993			
R5 = ∞					

非球面係数

第1面 $K = 0$

$A2 = 0$	$A3 = 0$
$A4 = -2.4933 \times 10^{-1}$	$A5 = 0$
$A6 = -9.9840 \times 10^{-1}$	$A7 = 0$
$A8 = 9.0183$	$A9 = 0$
$A10 = 1.7303 \times 10^1$	$A11 = 0$
$A12 = -3.1059 \times 10^2$	$A13 = 0$
$A14 = -1.4579 \times 10^3$	$A15 = 0$
$A16 = 1.5872 \times 10^4$	

$$\nu_{dp} - \nu_{dn} = 34 \quad \left(\frac{1}{F_p \cdot \nu_{dp}} + \frac{1}{F_n \cdot \nu_{dn}} \right) F = 0.009 \quad \left(\frac{N2 - N1}{R2} \right) F = -0.428$$

$$\left| \Delta 1/F \right| = 0.004$$

表 2

F = 1.0		NA = 0.5		B = 0	
R1 = 0.6649	D1 = 0.539	N1 = 1.61049	$\nu_{d1} = 63.4$		
R2 = -3.0894	D2 = 0.188	N2 = 1.65781	$\nu_{d2} = 32.1$		
R3 = -4.2626	D3 = 0.389				
R4 = ∞	D4 = 0.316	N4 = 1.57095			
R5 = ∞					

非球面係数

第1面 K = 0

A2 = 0	A3 = 0
A4 = -1.7563×10^{-1}	A5 = 0
A6 = -3.5792×10^{-1}	A7 = 0
A8 = -8.4826×10^{-2}	A9 = 0
A10 = -3.1459×10^{-1}	A11 = 0
A12 = -7.9781×10^{-1}	A13 = 0
A14 = -1.6189×10^1	A15 = 0
A16 = 7.4066	

第2面 K = 0

A2 = 0	A3 = 0
A4 = 4.4232×10^{-1}	A5 = 0
A6 = 9.7195×10^{-2}	A7 = 0
A8 = 7.3058×10^{-1}	A9 = 0
A10 = 1.4628×10^1	A11 = 0
A12 = -1.5672×10^1	A13 = 0
A14 = -1.5384×10^3	A15 = 0
A16 = 6.6797×10^3	

$$\nu_{dp} - \nu_{dn} = 31.3 \quad \left(\frac{1}{F_p \cdot \nu_{dp}} + \frac{1}{F_n \cdot \nu_{dn}} \right) F = 0.015 \quad \left(\frac{N2 - N1}{R2} \right) F = -0.015$$

$$|\Delta 1/F| = 0.019 \quad |\Delta 2/F| = 0.006$$

表 3

F = 1.0		NA = 0.5		B = 0	
R1 = 1.0771	D1 = 0.438	N1 = 1.66096	$\nu_{dp} = 57.4$		
R2 = -0.9733	D2 = 0.212	N2 = 1.89304	$\nu_{dn} = 20.9$		
R3 = -1.5592	D3 = 0.602				
R4 = ∞	D4 = 0.316	N4 = 1.57095			
R5 = ∞					

非球面係数

第1面 K = 0

A2 = 1.7657×10^{-1}	A3 = 0
A4 = -1.7998×10^{-2}	A5 = 0
A6 = -1.0634×10^{-1}	A7 = 0
A8 = -3.0705×10^{-1}	A9 = 0
A10 = 5.2532	A11 = 0
A12 = -2.2862×10^1	A13 = 0
A14 = 1.7603×10^1	A15 = 0
A16 = -1.9338×10^1	

第2面 K = 0

A2 = 5.1207×10^{-2}	A3 = 0
A4 = 4.3199×10^{-2}	A5 = 0
A6 = 8.9067×10^{-4}	A7 = 0
A8 = -1.1805×10^{-1}	A9 = 0
A10 = -1.3344	A11 = 0
A12 = -6.1583	A13 = 0
A14 = -1.8239×10^2	A15 = 0
A16 = 7.6280×10^2	

$$\nu_{dp} - \nu_{dn} = 36.5 \quad \left(\frac{1}{F_p \cdot \nu_{dp}} + \frac{1}{F_n \cdot \nu_{dn}} \right) F = 0.005 \quad \left(\frac{N2 - N1}{R2} \right) F = -0.238$$

$$|\Delta 1/F| = 0.041 \quad |\Delta 2/F| = 0.010$$

表1に示す集光レンズは、遠い方の共役点側に存する第1面が非球面から成る接合レンズであり、表2及び表3に示す集光レンズは、遠い方の共役点側に存する第1面と近い方の共役点側に存する第3面の双方が非球面である。

前述した様に、表2及び表3に示す集光レンズは、光ディスク等のピックアップに使用する対物レンズであり、この種の対物レンズの如く高い結像性能が要求されるレンズに適用する場合は、本実施例の如く両面非球面の単レンズとして設計するのが好ましい。

第1図、第3図、第5図は上記第1数値実施例、第2数値実施例、第3数値実施例が示す集光レンズのレンズ断面図である。

第1図、第3図、第5図に於いて、1は本集光レンズ、2はカバーガラス又はディスク基板を示しており、他の符号は前述のレンズデータの各パラメータに対応している。

又、第2図、第4図、第6図は上記第1数値実施例、第2数値実施例、第3数値実施例が示す集光レ

入射してディスク基板2の裏面(図中、符号R5が符された面)に光スポットを形成する。

ここでも、ディスク基板2の裏面に光スポットを形成する収束光束の収差は良好に補正されており、且つ、不図示の光源手段から供給される平行レーザ光の発振波長が変化しても、収差の補正状態はほぼ維持される。この効果も第4図及び第6図から理解出来るであろう。

又、第3図及び第5図に示す集光レンズは、光ディスクの対物レンズとして適用されるものであり、本発明では単一の接合レンズで高性能の対物レンズを構成出来る。

従って、後述する様にオートフォーカス、オートトラッキング等に際し、集光レンズ1を光軸方向又は光軸と直交する面内で移動させる時にも、レンズ駆動に対する負荷が小さくて済み好ましい。

第7図は本発明による集光レンズを備えた光学的情報記録再生装置の一例を示す概略構成図である。

同図に於いて、71は半導体レーザ、72はコリメータレンズ、73はビームスプリッター、74は

レンズの収差図であり、ここでは球面収差と非点収差を示している。

収差図中、実線は波長820nmの光に対する収差を、一点破線は波長830nmの光に対する収差を、二点破線は波長810nmの光に対する収差を示す。

第1図に於いて、不図示のレーザから出射したレーザ光はカバーガラス2を通過し、集光レンズ1に指向される。

集光レンズ1は入射するレーザ光は発散光束であり、この発散光束が集光レンズ1を介して平行光束に変換される。そして、この平行光束の収差は良好に補正されており、且つ、レーザの発振波長が変動しても収差の補正状態はほぼ維持される。この効果は第2図より理解出来るであろう。

第3図及び第5図に於いて、不図示の光源手段から供給された平行レーザ光は、紙面左方より集光レンズ1に入射する。

集光レンズ1に入射したレーザ光は、集光レンズ1を介して収束光束に変換され、ディスク基板2に

対物レンズ、75は光ディスクのディスク基板、76はセンサレンズ、77は光センサを示す。

コリメータレンズ72は半導体レーザ71からの発散光束を平行光束に変換するものであり、本実施例では、このコリメータレンズ72として第1図に示す如き集光レンズを用いている。

対物レンズ74はディスク基板75を介して光ディスクの情報記録面にレーザ光を集光するものであり、対物レンズ74を介して情報の記録及び再生が行われる。そして、本実施例ではこの対物レンズ74として、第3図或いは第5図に示す如き集光レンズを用いている。

第7図に於いて、半導体レーザ71から出射したレーザ光はコリメータレンズ72により平行光束となり、ビームスプリッター73を通過して、対物レンズ74によりディスク基板75を介して光ディスクの情報記録面上に集光される。

光ディスクの情報記録面で反射された光は、再び対物レンズ74を介してビームスプリッター73に指向され、ビームスプリッター73で反射される

ことにより光路を折り曲げられて、センサレンズ76を介して光センサ77に入射する。

ここで、光センサ77は入射する反射光の状態に従って所定の電気信号を出力する。そして、この信号出力にもとづいて情報信号又はフォーカシング信号、トラッキング信号等が形成される。

第7図に示す光学的情報記録再生装置では、コリメータレンズ72及び対物レンズ74が個別に収差補正されたレンズ系と成っている。そして、これらのレンズ72, 74は前述の様に良好に色収差補正がされている為、半導体レーザ71の発振波長が変化した場合でも常に正確な情報の記録、再生が行われる。

又、対物レンズ74は、フォーカシングやトラッキングの為に不図示のレンズ駆動装置により移動させられるが、本実施例の対物レンズ74は図示される通り実質的に単眼のレンズから成る為、駆動装置への負荷が小さくて済む。又、この為フォーカシングやトラッキングをより高速に行うことが可能になる。

更にレンズ駆動装置と対物レンズの結合が容易となり、対物レンズを装置に組込む手間もかからない。

(発明の効果)

以上、本発明によれば接合レンズの光入出射面の少なくとも一面を非球面、接合面を球面とすることにより、作製容易で且つ色収差を含む諸収差を良好に補正可能な集光レンズを提供出来る。

そして、本集光レンズは対物レンズやコリメータレンズとして好適であり、小型で色収差を補正した高性能の対物レンズやコリメータレンズを提供する。又、これらのレンズの低価格化も図ることが可能となる。

又、本集光レンズは光学的情報記録再生装置の対物レンズ、コリメータレンズとして極めて有用であり、装置の低価格化に寄与するだけでなく、高速且つ正確な情報の記録再生を行うことを可能にする。

4. 図面の簡単な説明

第1図及び第2図は、各々本発明の第1数値実施

例の集光レンズのレンズ断面図と収差図。

第3図及び第4図は、各々本発明の第2数値実施例の集光レンズのレンズ断面図と収差図。

第5図及び第6図は、各々本発明の第3数値実施例の集光レンズのレンズ断面図と収差図。

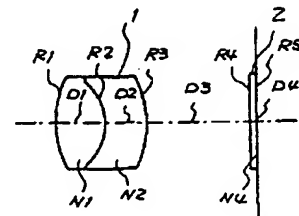
第7図は本発明の集光レンズを備えた光学的情報記録再生装置の一例を示す概略構成図。

- 1 集光レンズ
2 カバーガラス又はディスク基板

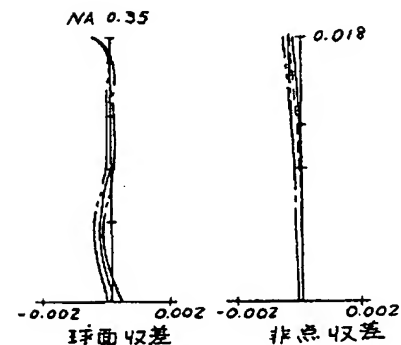
出願人 キヤノン株式会社
代理人 丸 島 鐵 一



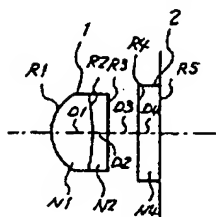
第1図



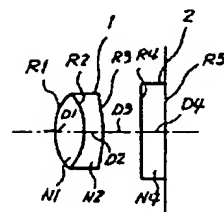
第2図



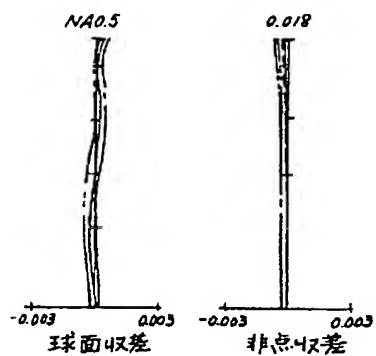
第 3 図



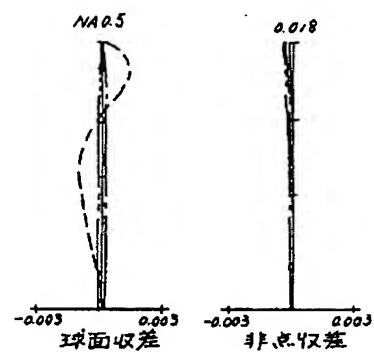
第 5 図



第 4 図



第 6 図



第 7 図

